

内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系沉积环境

李渭, 卢进才, 陈高潮

LI Wei, LU Jin-cai, CHEN Gao-chao

中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054

Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China

摘要:为进一步研究额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系沉积地质与盆地原型, 根据研究区的岩性、岩相建造、古生物化石、沉积演化、沉积构造等基本数据, 采用野外观察与室内研究相结合的方法, 对额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系的沉积环境进行了分析。额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系受阿拉善古陆和北西方向海浸的控制, 岩性特征受石炭纪—二叠纪构造单元的控制, 岩性组合为碎屑岩+碳酸盐岩+火山岩。由南向北碎屑岩粒度变细, 南部以滨岸环境的碎屑岩为主, 北部以浅海陆棚环境和碳酸盐台地环境为主。额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系沉积环境对优质烃源岩和储集层的发育具有控制作用。

关键词:额济纳旗及其邻区; 石炭系—二叠系; 沉积环境; 沉积演化

中图分类号: P534.45; P534.46; P512.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-2552(2011)06-0983-10

Li W, Lu J C, Chen G C. Sedimentary environment of Carboniferous-Permian strata in Ejina Banner and its vicinities, western Inner Mongolia. *Geological Bulletin of China*, 2011, 30(6):983-992

Abstract: This paper analyzed the sedimentary environment of Carboniferous-Permian strata in Ejina Banner and its vicinities for further researches on the sedimentary geology and basin prototype. Field observation was combined with in-house studies in the aspects of lithology, lithofacies construction, paleontologic fossil, sedimentary evolution and sedimentary structure. The results show that sedimentation of Carboniferous-Permian period in Ejina Banner and its vicinities is controlled by Alxa oldland and northwestern marine invasion, lithologic characteristics are controlled by structural units of Carboniferous-Permian strata, and lithologic association is clastic rock + carbonate rock + volcanic rock. The grain sizes of clastic rocks become gradually smaller from south to north: most clastic rocks of shoreland environment lie in the south, whereas most shallow continental shelf and carbonate plateau facies rocks are in the north. It is concluded that the sedimentary environment of Carboniferous-Permian strata in Ejina Banner and its vicinities controls high-quality source rocks and reservoirs.

Key words: Ejina Banner and its vicinities; Carboniferous-Permian; sedimentary environment; sedimentary evolution

银—额(银根—额济纳旗)盆地位于内蒙古自治区西部, 北邻中蒙边界, 南以北大山—雅布赖山为界与潮水、雅布赖盆地相邻, 东界为狼山, 西界为北山, 东西长 600km, 南北宽 75~255km, 面积约 $12.3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 是中国中西部地区众多勘探程度较低的中小盆地中面积大、地表条件相对较好、油气地质条件较好的盆地之一^[1-5]。盆地内以往的研究大多集中于

中生界, 对上古生界, 特别是石炭系—二叠系盆地性质、构造、沉积演化特征的研究比较薄弱, 而且研究多数集中于北山地区^[6]。近几年来中国地质调查局启动的《西北地区中小盆地群油气资源远景调查》项目, 以石炭系—二叠系为主要目的层, 开展了油气地质综合调查研究。本文以研究区出露的石炭系—二叠系为对象, 通过对生物地层学、层序地层学、岩石

收稿日期: 2011-03-23; 修订日期: 2011-04-21

资助项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目《西北地区中小盆地群油气资源远景调查》(编号: 1212010733506)

作者简介: 李渭(1984-), 男, 助理工程师, 从事石油天然气勘探与开发研究。E-mail: yaoyao882@126.com

学和沉积学的综合研究,在进一步消化分析前人资料的基础上,整理分析野外和室内的测试数据,对石炭系—二叠系的沉积环境进行分析,为进一步研究额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系沉积地质与盆地原型提供有力的支持,也为该区油气勘探提供帮助,进而正确评价该区的油气远景,预测有利的生油凹陷。

1 区域地质概况

额济纳旗及其邻区位于古亚洲与古特提斯构造域的交汇部位,处于华北板块、塔里木板块、哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块和天山—兴安造山系、秦岭—祁连山—昆仑造山系的交切、结合带。自东向西依次有阿尔金断裂和且末—星星峡断裂从本区呈北东向穿过。石炭纪—二叠纪构造单元位于天山—兴安造山系与华北地块的交汇带^[6-7],包括北天山裂谷裂陷带、中天山—马鬃山构造岩浆岩带、阿尔金—北山裂谷带、巴丹吉林裂陷(裂谷)带等次级构造单元^[8]。

盆地的性质或类型决定盆地的沉积特征。前人对额济纳旗及其邻区石炭纪—二叠纪盆地的性质一直存在不同的认识。夏林圻等^[9]认为,研究区晚泥盆世进入陆内沉积。肖文交等^[9]认为,额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系为活动大陆边缘的沟弧体系沉积。姜亭等^[10]、党犇等^[11]认为:石炭纪—二叠纪火山岩以中酸性、中性火山岩发育为特征,地球化学分类主要为碱性玄武岩和安山玄武岩,代表大陆裂谷或大陆伸展环境,卢进才等^[12]认为,阿拉善古陆北侧、中间隆起带两侧以滨—浅海相为主的碎屑岩+碳酸盐岩建造具有典型边缘相沉积的特征,并具有典型上超或下超的沉积特征,为较典型的裂谷盆地,本文引用上述观点。

2 地层划分

额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系横跨准噶尔—兴安地层大区的内蒙古—吉林地层区,包括北山(六驼山、金塔)、额济纳旗(雅干)、哲斯(因格井—海力素)等地层小区^[13-14]。本文以实测剖面 and 1:20 万区调报告为基础,根据地层岩石组合的特征和主要的古生物化石,对各岩石地层单位进行了划分。由于研究区具有大地构造背景复杂、古地理环境多变、构造与火山作用强烈等特点,地层的岩性、岩相在区域上

变化很大,常常是一类岩石集中于某个地段,而其它地段则迅速被其它类型的岩石所取代,地层横向对比的难度很大,并且研究区中部被巴丹吉林沙漠大范围覆盖,所以大致以巴丹吉林沙漠为界,建立了东西 2 套不同的岩石地层系统(表 1),即西部北山地区和东部巴丹吉林地区。

其中,研究区西部北山地区石炭系—二叠系出露较为齐全,从下石炭统到上二叠统皆有分布;东部巴丹吉林地区出露的主要是二叠系,石炭系仅有下统白山组和部分阿木山组,东边的乌拉特后期北部仅有部分阿木山组出露。石炭系—二叠系主要是一套由浅海相的细碎屑岩、火山岩或火山碎屑岩及碳酸盐岩组成的沉积序列。

3 沉积特征与沉积环境演变

根据岩性、岩相建造、古生物、沉积构造等单因素标志,编制了额济纳旗及其邻区东、西部石炭系—二叠系岩石特征和沉积环境分析柱状图(图 1、图 2),对额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系各组段的沉积环境进行了初步分析。

3.1 下石炭统岩相、生物相与沉积环境演变 (汤耙沟阶—德坞阶)

3.1.1 绿条山组(C₁l)

年代地层为石炭纪岩关统,仅北山地区北部有分布,为一套海相碎屑岩,偶夹火山岩沉积。纵向上岩相可分为下部砂砾岩段和上部板岩段。砂砾岩段:

表 1 额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系地层对比

Table 1 Correlation of Permian-Carboniferous strata in Ejin Banner and its vicinities

年代地层	西部	东部
上二叠统	方山口组	哈尔苏海组
中二叠统	金塔组	阿其德组
	菊石滩组	
下二叠统	双堡塘组	埋汗哈达组
	干泉组	阿木山组
上石炭统	笄笄台子组	
	石板山组	
下石炭统	白山组	白山组
	绿条山组	

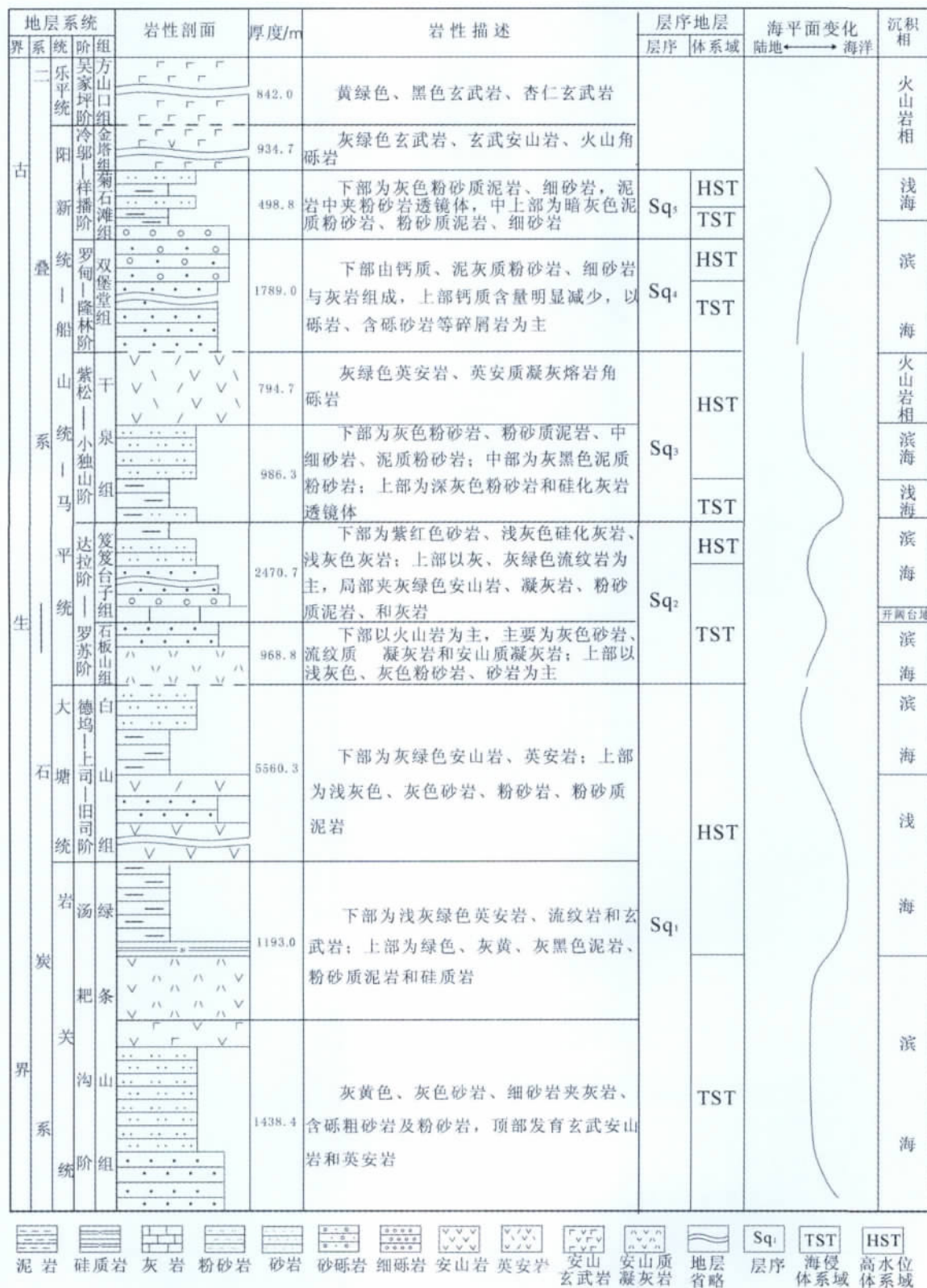


图 1 额济纳旗及其邻区西部石炭系—二叠系岩石特征和沉积环境

Fig. 1 Column of petrologic characteristics and sedimentary environment analysis of the Carboniferous-Permian strata in western Ejin Banner and its vicinities

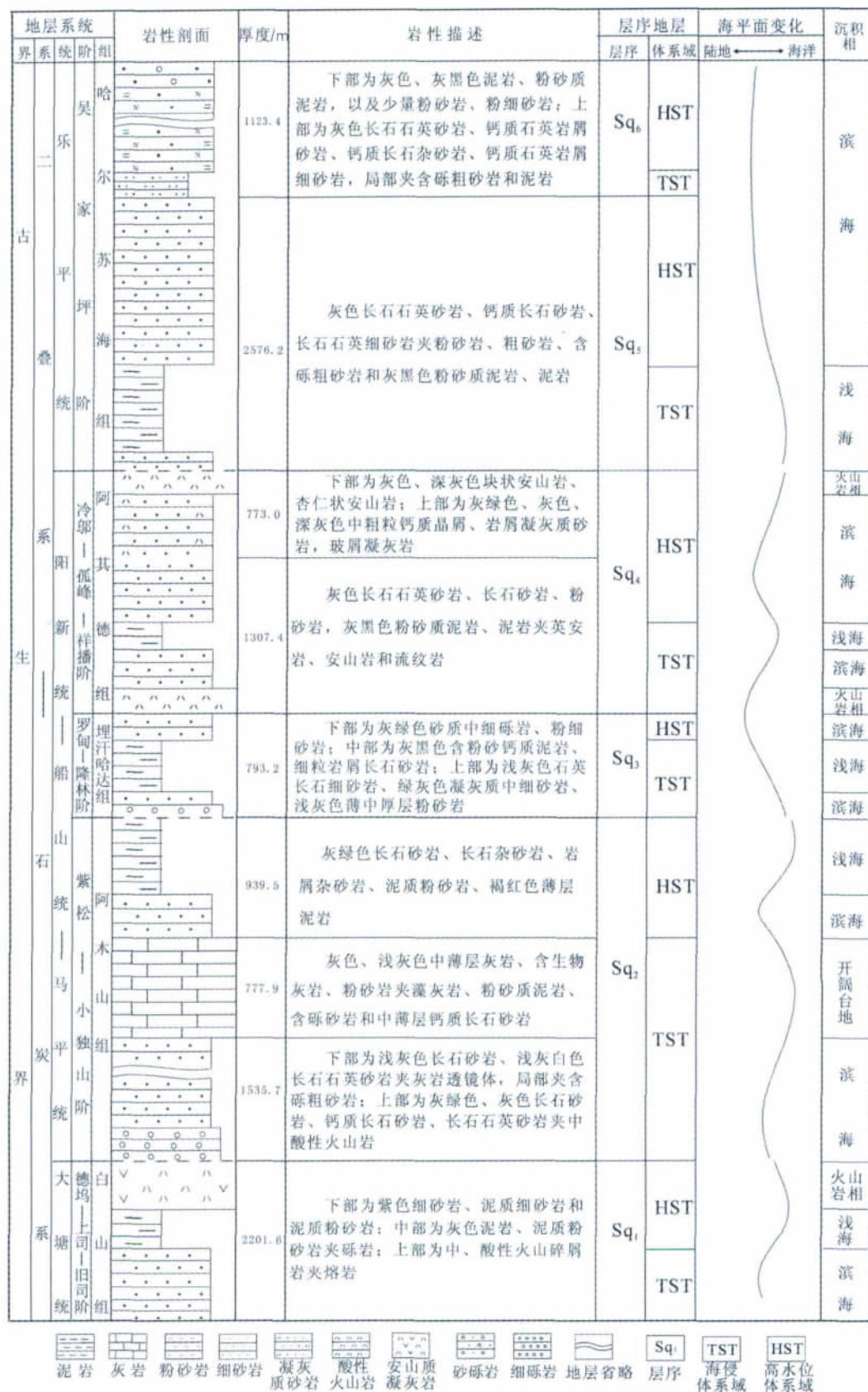


图 2 额济纳旗及其邻区东部石炭系—二叠系岩石特征和沉积环境
Fig. 2 Column of petrologic characteristics and sedimentary environment analysis
of the Carboniferous-Permian strata in eastern Ejin Banner and its vicinities

下部为粗碎屑岩沉积,有底栖生物,为海侵的开始阶段,是滨海环境的沉积;中部以砾岩、硬砂岩及杂砂岩为主,夹有火山岩及碳酸盐岩,底栖生物尤盛,其沉积环境过渡为滨海—浅海;上部为长石石英砂岩,说明海水继续沉没至浅海。板岩段:主要为细碎屑岩沉积,底栖生物大量减少,反映海侵范围逐渐深广,此时海水已沉降到浅海—半深海。绿条山组古生物(图版 -1)以底栖生物最为繁盛,化石多赋存于中下部碳酸盐和钙质胶结之砂岩、粉砂岩中,多为原地埋藏,以腕足类为主,其次有腹足和瓣鳃类,而珊瑚和苔藓虫较少,反映了浅海富养、温暖的古地理环境。综合该组岩石和古生物的特征,绿条山组以滨—浅海相沉积为主,属于海进过程中形成的一套沉积,是较为典型的砂岩建造、页岩及硅质岩建造,充分反映了地槽处于急剧沉降阶段快速沉积的结果。

3.1.2 白山组(C_1b)

年代地层为石炭纪大塘统,相当于北山地区的白山组、红柳园组和东部的好比如组。北山地区,本组岩相建造纵向上:白山组下部为半深海—浅海喷发的中酸性火山岩夹大理岩,有底栖生物存在,为中酸性火山岩建造,上部则为海相残余火山活动和正常碎屑沉积,也有少量底栖生物、珊瑚存在(图版 -2、3);横向上:该组沿走向变化甚微,仅红旗井西、少倾沟西北等地因受侵入岩的影响地层局部变质较深。综上所述,该组属于滨海—浅海环境沉积的一套碎屑岩、泥质岩和浅海环境下的中酸性火山岩。东部地区白山组岩性上可分为3个部分:下部为正常沉积的浅海相泥钙质碎屑沉积,中部为深灰色泥岩夹砾岩,上部为中性至酸性火山碎屑岩夹熔岩。可以看出,东部地区白山组早期为正常浅海—滨海相沉积,到晚期转变为动荡的海底火山喷发沉积。

3.2 上石炭统一二叠统岩相、生物相与沉积环境演变(罗苏阶—紫松阶)

3.2.1 石板山组(C_2sh)

年代地层为石炭纪咸宁统罗苏阶—滑石板阶,出露于北山地区。晚石炭世早期,本组主要是一套中酸性火山岩喷发,多为熔岩,极少形成火山碎屑岩。在接受正常沉积的地区或火山喷发的间歇期,则沉积了暗灰色、黄绿色薄层状粉砂岩和细砂岩,并夹砂岩透镜体,其中产动、植物化石。由此可见,晚石炭世

早期,本区火山活动频繁,海陆环境交替出现,属于滨海环境下的火山—碎屑岩建造。晚石炭世晚期,则主要为粉砂岩、细砂岩、粉砂质泥岩、含砾粗砂岩的韵律层,属陆相环境下的碎屑沉积。下部泥质较高,沉积物较细,在大理岩透镜体中产海相动物化石,说明海水较深;上部物质较粗,出现含砾粗砂岩,在粉砂岩和细砂岩中产丰富的植物化石,只是海水较浅,甚至全部暴露于海面。总体上,中石炭世晚期,海水由深变浅,沉积相属海陆交替环境下的粉砂岩夹火山岩建造。

3.2.2 笄笄台子组(C_j)

年代地层为石炭纪咸宁统达拉阶,出露于北山地区南部。本组碳酸盐岩段,下部主要为灰色、灰白色厚层状结晶灰岩,含黑色、灰黑色燧石结合;上部主要为灰白色、灰黑色厚层状大理岩化结晶灰岩,灰岩中产腕足、珊瑚、筴类及海百合茎化石,属碳酸盐台地相沉积,反映了浅海富养、潮湿、温暖的古地理环境。本组碎屑岩段为一套下粗上细的组合,反映了水体逐渐变深的过程,属于滨海环境下的碎屑岩建造。

3.2.3 阿木山组(C_2P_{1a})

年代地层为石炭纪马平统小独山阶—早二叠世船山统紫松阶。额济纳旗及其以东地区阿木山组分为3个岩性段,下部主要为以浅海环境的中酸性火山碎屑岩、长石砂岩、板岩为代表的火山岩—碎屑岩建造;中部为一套浅海相碳酸盐台地相建造,岩性和厚度稳定,灰岩中含有丰富的海相动物化石,主要有腕足、珊瑚、筴类、海百合茎等化石(图版 -4、5),反映水体较浅、富氧、温暖的古地理环境;上部则为滨海—浅海环境下的碎屑岩建造,以杂色砾岩为主,砾岩磨圆和分选较好,且见陆相植物与海相动物化石共生,向上逐渐过渡为中—细粒长石砂岩夹钙质砾岩。

3.2.4 干泉组(C_2P_{1g})

年代地层为石炭纪马平统小独山阶—早二叠世船山统紫松阶。与上覆二叠纪双堡塘组呈角度不整合接触。干泉组分布于银—额盆地额济纳旗六驼山、大狐狸山、哈珠以北和阿拉善右旗阿尔斯兰一带。本组的岩石按岩性可分为2类,即中酸性火山岩和中酸性火山碎屑岩,由下而上,熔岩减少,火山碎屑增多,粒度由粗变细,组成了2个不太完整的火山喷发韵律。其中下部为中酸性火山喷发阶段,岩性以英安

图版 I Plate I



1—甜水井北绿条山组海百合茎化石; 2—石板泉白山组珊瑚化石; 3—石板泉白山组珊瑚化石;
4—乌力吉陶来阿木山组珊瑚化石; 5—乌力吉山根阿木山组菊石化石; 6—杭乌拉埋汗哈达组
海百合茎化石; 7—煤窑西山双堡塘组腕足化石; 8—卡路山双堡塘组介壳灰岩

质为主,以较宁静环境下的熔岩流喷溢为主,属于浅海—半深海喷发环境,上部为中酸性夹中性火山岩,岩性以英安质熔岩角砾岩、英安质角砾凝灰熔岩为主,为较强烈环境下的火山喷发。局部地段的顶部可见少量正常的碎屑岩沉积,表明后期处于地壳不太稳定的海退式沉积环境。

3.3 下—中二叠统岩相、生物相与沉积环境演变 (隆林阶—冷坞阶)

3.3.1 埋汗哈达组(P_{1-2m})

年代地层相当于隆林阶—罗甸阶,分布在杭乌拉—芒罕超克及其以西地区。埋汗哈达组从岩性和岩相特征上可明显地分为 4 个岩性段。第一岩性段主要为黄绿色硬砂质长石砂岩,中下部夹含砾粗砂岩和细砾岩,上部为粉砂岩。该岩性段上部砂岩沿走向向西延伸,在局部地段逐渐相变为灰黑色薄层灰岩,灰岩中产少量腕足类和海百合茎化石(图版—6),说明当时为近岸动荡的滨海环境。第二岩性段主要为暗绿色砾岩、钙质长石砂岩,自下而上粒度由粗到细,反映了海陆交互环境下的碎屑沉积。第三岩性段又可以分为上、中、下和底部 4 个部分,底部以砾岩为主,下部为灰绿色含砾不等粒长石砂岩夹粗粒钙质长石砂岩,常相变为砾岩,砾岩中含有早二叠世腕足类、珊瑚等化石,中部为灰绿色长石砂岩或杂砂质长石砂岩,上部为绿灰、灰绿色粗粒长石砂岩、粉砂岩和灰黑色砂质灰岩、隐晶质灰岩,灰岩中多产腕足类、瓣鳃类和竹节石化石。第四岩性段为灰绿色砾岩夹中细粒长石砂岩。综上所述,本组是在温湿的还原环境下所形成的一套浅海相—海陆交互的复理石或类复理石建造。由于沉积旋回和韵律都比较发育,而且岩石中又普遍含有岩屑,磨圆度和分选性都不太好,故本套地层很显然是地槽处于急剧下沉阶段快速接受沉积的产物,也表明当时的沉积环境是动荡而很不稳定的。

3.3.2 双堡塘组(P_{1-2s})

年代地层相当于隆林阶—罗甸阶,主要分布于北山地区,本次研究实测了卡路山剖面(原文革山剖面)和煤窑西山剖面。本组岩性和岩相的主要特征为:从岩石物质成分与粒度变化上可以看出,下部富含钙质,主要由钙质、泥灰质粉砂岩、细砂岩与灰岩组成,除存在砾岩和一些层位中出现粒度较粗的砂岩外,这段地层以富钙和粒度细为突出特征;上部钙质含量明显减少,而以砾岩、含砾砂岩等粗碎屑岩石占

绝对优势。本组含数量较多的浅海相腕足类、苔藓虫类化石群,指示地层属浅海沉积物(图版—7、8)。若自下而上岩性变化是由砾岩、含砾粗砂岩的沉积开始,至富钙细碎屑岩与厚度可观的灰岩继而出现,以含砾砂岩、砾岩的沉积终止这次海侵运动,沉积环境还经历过滨海—浅海—滨海的连续变迁,但其中滨海相占主要地位。

3.3.3 阿其德组(P_2a)

年代地层相当于祥播阶—冷坞阶,分布范围与埋汗哈达组相同。阿其德组早期环境稳定,形成了下段的长石砂岩、粉砂岩及少量的泥灰岩。在灰岩透镜体中含有菊石、腕足类等化石。上段为长石质硬砂岩、钙质砂砾岩,英安质、流纹质凝灰岩、凝灰质熔岩、熔岩及熔岩角砾岩。总之,阿其德组从早期环境稳定,沉积物为单一的浅海相沉积,发展至晚期海底动荡不稳定,火山活动频繁,形成浅海相碎屑岩—火山碎屑岩夹熔岩沉积。

3.3.4 菊石滩组(P_2j)

年代地层相当于祥播阶—孤峰阶,实测 2 条菊石滩组剖面与菊石滩组的参考剖面,岩性差别较大,分别阐述如下。

在古硐井剖面,菊石滩组岩性可划分为 3 个段。

①火山岩段,是研究区早二叠世早期已经发生的海侵至晚期的继续加大,海槽动荡不安、沉降幅度显著,并伴随剧烈的海底火山喷发的产物。海底火山活动大致经历了玄武岩—安山岩—流纹岩的发展过程,即为一次始于基性岩浆溢出、终于酸性岩浆喷发的火山旋回。但是这种火山喷发并不是连续进行的,期间若干正常沉积物夹层的存在便是证据。喷发的间歇期,海槽接受正常沉积。岩层中含有少量生物化石,尤其是对环境选择性不严的、营游泳生态的菊石类的存在,均说明当时的沉积环境属于半深海环境。②碳酸盐岩段,岩性上以较多的灰岩出现为本段的识别标志,尤其是含有大量海百合茎的生物碎屑灰岩更为突出。灰岩中产海相动物化石,尤其是底栖生活的珊瑚、腕足与苔藓虫的大量存在,进一步表明本段属于浅海环境的沉积,地壳已进入相对稳定的沉降阶段。③碎屑岩段,沉积物粒度由下而上逐渐变粗,下部为细碎屑岩(粉砂质泥岩、板岩),上部为含砾中粗砂岩夹砾岩。本段泥岩碎屑岩中发现有罕见的蠕虫类化石,表明当时为养分充足的滨海沼泽环境。综上所述,早二叠世晚期的海侵运动是早期的继

续,经历了由半深海(伴随剧烈的海底火山喷发)—浅海(大量碳酸盐岩、硅质化学岩)—滨海沼泽(泥质碎屑沉积)环境的变迁。

在芦苇井剖面,该组自下而上组成 3 个较大的沉积韵律。其岩性为含砾中粗砂岩或砾岩—中细粒砂岩—粉砂岩、泥岩,其间尚有较小的由砂岩—粉砂岩—泥岩组成的沉积小韵律,总地来看,自下而上粒度变细。化石多以菊石、腕足为主,珊瑚、腹足类数量不多,生物型属混合相,说明古气候温暖、潮湿。沉积物颜色由黄褐色、灰绿色逐步过渡到灰黑、灰绿色,即由弱氧化环境向还原环境转变。综上所述,本组在芦苇井剖面为弱氧化—弱还原环境下的滨海—浅海相沉积,属海进过程中形成的一套砂泥岩建造。

3.3.5 金塔组(P_2j)

年代地层相当于孤峰阶—冷坞阶。在银—额盆地东部,本组自下而上火山岩粒度逐渐变细,由中性火山碎屑岩向酸性熔岩过渡,局部地段有少量的粉砂质泥岩和碳酸盐岩沉积,灰岩中见有保存不好的海百合茎化石。在北山或银—额盆地西部,岩性以块状玄武岩为主,局部含有灰岩透镜体,灰岩中产珊瑚、腕足类和腹足类,表明水体较浅、温暖、潮湿的古环境。综合岩性、岩相特征可以看出,该组为弱氧化—弱还原环境下的滨海—浅海相火山岩建造,显示当时地槽处于不太稳定的阶段。

3.4 上二叠统岩相、生物相与沉积环境演变

(吴家坪阶)

3.4.1 哈尔苏海组(P_3h)

年代地层相当于吴家坪阶—长兴阶。本组下岩性段总的特征是下细上粗,富含钙质,含有藻灰结核和管藻化石,西邻图幅还见有海百合茎化石,说明为滨海—浅海环境下沉积的一套海进层序。上岩性段为浅灰绿色含黄铁矿的长石砂岩、粉砂岩夹青灰色灰岩,在嘎顺陶来地区还可见灰黑—深灰色页岩及粉砂岩,化石有腕足类、珊瑚、苔藓虫等。这些说明沉积是在相对稳定的半还原浅海环境进行的。上段上部为含云母片的长石砂岩、粉砂岩及少量的砂质灰岩,局部夹有砂砾岩、砾岩,产较多的破碎植物化石,反映当时大体上为海陆交替的环境。

总之,上二叠统哈尔苏海组是在滨海—浅海—海陆交替环境中形成的复理石沉积。早期为海底相对稳定的半还原近岸浅海环境;中期海水动荡不定,在碎屑岩沉积的同时有火山活动,喷发沉积了中酸

性火山碎屑岩和熔岩;晚期海水时进时退,出现海陆交替的环境。

3.4.2 方山口组(P_3f)

年代地层相当于吴家坪阶—长兴阶,主要分布于乌登汗至杭乌拉地区。本组岩性纵横向变化不甚剧烈。在纵向上,均为一套基性火山岩,自下而上岩性单一,变化不大,只是杏仁状玄武岩往上增多。其层理清晰和火山喷发韵律不明显,为宁静环境下的熔岩溢流。在横向上,由西往东碎屑岩夹层略有增加,显示间歇性的喷发间断,夹层中具有交错层理,显示其处于山间盆地之陆相喷发环境。

4 沉积相纵向演化

纵观研究区石炭纪—二叠纪的沉积环境,以滨岸环境、浅海陆棚环境和碳酸盐台地环境为主,沉积相的纵向演化表现为 4 次海侵海退旋回,每个旋回发育了由粗到细的砂泥岩为主的沉积组合,纵向上为以浅海陆棚相为主的浅海陆棚相—滨岸相—碳酸盐台地相的交互沉积。盆地演化具有明显的由西北向东南超覆的特征,早期沉积范围较小,沉积地层为绿条山组、白山组。绿条山组为银—额盆地最早的沉积物,与下伏泥盆系为角度不整合接触。此阶段的沉积中心在北山,其中黑鹰山小区和红柳园小区水体较深,马鬃山小区为隆起区,接受少量沉积。盆地发育的鼎盛时期为晚石炭世晚期小独山期—早二叠世紫松期,沉积地层以阿木山组为主,分布于乌力吉地区,其次沉积地层为干泉组,主要分布于北山地区,表现为由西北向东南方向的上超沉积。自早二叠世隆林阶开始沉积范围逐渐缩小,晚二叠世吴家坪阶仅额济纳旗—雅干一带以北接受了哈尔苏海组的沉积,沉积中心为哈尔苏海,表现为由南向北的下超沉积。由于沉积演化的差异,各剖面沉积旋回的发育存在差异。

5 沉积相展布特征

根据对研究区出露的石炭系—二叠系剖面测量(或调查)取得的岩石学、沉积构造、微量元素、薄片分析等资料,编制了研究区晚石炭世—晚二叠世主要沉积时期的沉积相平面展布图^[15],对银—额盆地及邻区石炭纪—二叠纪沉积相展布和沉积环境演化进行分析。

额济纳旗及其邻区石炭纪—二叠纪沉积主要受

阿拉善古陆和北西方向海侵的控制,野外露头剖面石炭系—二叠系残留碎屑岩+碳酸盐岩厚度达 3000~5000m,岩性特征受石炭纪—二叠纪构造单元的控制,裂谷(裂陷)盆地呈东西向展布,由南向北碎屑岩粒度变细,南部以发育滨岸环境的碎屑岩为主,北部以浅海陆棚环境和碳酸盐台地环境为主^[16]。东西向岩性特征可对比性强,北山地区北部和额济纳旗以东岩性组合特征和沉积相特征相同。因此,卢进才等^[14]认为额济纳旗及其邻区石炭纪—二叠纪时期为统一的裂谷盆地。

早石炭世汤耙沟期—德坞期,受阿拉善古陆的控制,在研究区西部形成 2 个以泥页岩发育为特征、呈东西向展布的典型沉积中心。北部拗陷带水体相对较深,并在红石山一带有基性火山岩分布,表现了局限洋的特点。在马鬃山—拐子湖隆起带,受马鬃山凸起、石板井低幅度凸起、哈尔苏海—拐子湖低幅度凸起的控制,在西部水下隆起带发育东西向展布的碳酸盐台地环境,受碳酸盐台地障壁作用的控制,其南部发育以泥页岩沉积为主的泻湖环境。在马鬃山凸起、石板井低幅度凸起和哈尔苏海—拐子湖低幅度凸起周缘,发育滨海相的物源为下古生界、结构成熟度和矿物成熟度均较低的粗碎屑岩。南部在阿拉善古陆边缘发育结构成熟度和矿物成熟度较高、物源为元古宇或太古宇的滨海相粗碎屑岩,在西南部除滨海相之外还发育东西向展布的碳酸盐台地相。此外,区内大范围为以细碎屑岩沉积为主的浅海沉积环境。相比而言,西部沉积范围较大,东部范围较小,阿拉善古陆面积达到最大。

晚石炭世罗苏期—早二叠世紫松期,沉积范围较早石炭世明显扩大,达到石炭纪—二叠纪期间的最大,马鬃山凸起和阿拉善古陆范围缩小,显现了显著的上超沉积特征。沉积格局仍受阿拉善古陆、马鬃山凸起、石板井低幅度凸起和哈尔苏海—拐子湖低幅度凸起的控制,以细碎屑岩为特征的 2 个沉积中心的特点仍十分明显,北部沉积中心位于红石山—大狐狸山一带,南部沉积中心位于大白山—芒罕超克—261 一带。阿拉善古陆北侧为海陆过渡—滨海—浅海的过渡环境,马鬃山凸起、石板井低幅度凸起与哈尔苏海—拐子湖低幅度凸起周缘为滨海—浅海的过渡环境。此外,在大白山、下勒陶来、乌力吉山恨、264 等地发育碳酸盐台地环境与浅海环境的过渡环境。

综上所述,早石炭世—早二叠世紫松期,表现为由西北向东南的上超沉积,早石炭世大塘统沉积范围较小,到早二叠世紫松阶沉积范围达到最大。

早—中二叠世(隆林期—冷坞期),表现了显著的下超沉积特征,沉积范围逐渐缩小。沉积物源仍为阿拉善古陆、马鬃山凸起、石板井低幅度凸起和哈尔苏海—拐子湖低幅度凸起,但南部沉积中心大白山—芒罕超克一带以发育陆相—海陆过渡相环境的粗碎屑岩为主。在杭乌拉一带发育碳酸盐台地—浅海的过渡环境。

晚二叠世吴家坪阶,表现了又一次显著的下超沉积特征,海水退出西部和南部,除额济纳旗—杭乌拉一带为滨海—浅海陆棚环境沉积外,研究区大部为陆相火山岩和海陆过渡相粗碎屑岩沉积。

6 石油地质意义

6.1 烃源岩方面

石炭系—二叠系沉积演化表现为 4 个沉积旋回,纵向上为以浅海陆棚相为主的浅海陆棚相—滨岸相—碳酸盐台地相的交互沉积,大面积的浅海陆棚相沉积有利于烃源岩的发育。泥岩/碎屑岩一般大于 25%,最高达 70%以上。晚石炭世—晚二叠世泥页岩分布主要受沉积相的控制,在盆地南部靠近阿拉善古陆的努尔盖剖面几乎没有泥岩分布,乌兰敖包剖面泥岩仅占碎屑岩厚度的 2.2%。但距阿拉善古陆较远的剖面泥岩厚度均大于 160m。石炭纪小独山期—二叠期祥播期是巴丹吉林裂谷盆地演化的鼎盛时期,浅海陆棚相泥页岩分布范围最广泛,且厚度最大,连续泥页岩厚度最大达 186.92m(芒罕超克剖面)。烃源岩纵向分布受沉积旋回控制,中等—好的烃源岩主要发育在正沉积旋回中上部泥岩单层厚度大的层段,单层厚度大者可达 50m 以上,大部分剖面中等—好的烃源岩累计厚度大于 40m,最厚可达 218m^[17]。

6.2 储集层方面

6.2.1 砂(砾)岩储集层

受沉积演化与沉积物源的控制,纵向上砂(砾)岩主要发育在正沉积旋回下部,具有单层厚度大、粒度粗的特点,平面上砂(砾)岩/碎屑岩由南向北具有逐渐减小的趋势,单砂(砾)岩厚度和作为可能的储集层的细—粗砂岩/碎屑岩亦由南向北逐渐减小。通过对阿木山组、埋汗哈达组、阿其德组、哈尔苏海组

等实测剖面的统计,多数剖面砂(砾)岩厚度占碎屑岩厚度的 50%以上。作为可能的储集层的细砂岩—粗砂岩发育程度存在较大的差异,细砂岩—粗砂岩占碎屑岩厚度的 30%以上。除泥页岩集中发育层所夹砂岩为薄层砂岩段外,一般以厚层块状为主,单砂岩厚度一般大于 5m,厚者可达数十米。

6.2.2 碳酸盐岩储集层

石炭系—二叠系碳酸盐岩分布广泛,包括台地相微晶或亮晶灰岩(局部分布有生物灰岩)和台地斜坡相生物碎屑(粒屑或砾屑)灰岩、鲕粒灰岩。碳酸盐岩除少部分残留生物格架孔外,很少有原生孔隙残留,但后期构造改造形成的裂缝较发育,以及方解石溶蚀形成溶蚀孔,部分白云岩化形成白云石晶间孔或晶间溶孔。

综上所述,额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系具有良好的储集条件^[12]。

7 结 论

(1)研究区石炭纪—二叠纪沉积环境以滨岸、浅海陆棚和碳酸盐台地环境为主。沉积演化表现为 4 个沉积旋回,每个旋回发育了由粗到细的砂泥岩为主的沉积组合,纵向上为以浅海陆棚相为主的浅海陆棚相—滨岸相—碳酸盐台地相的交互沉积;平面上早石炭世—早二叠世早期裂谷盆地发育阶段,表现为由北向南、由东向西的上超,沉积范围不断扩大。早二叠世—晚二叠世裂谷盆地发育阶段,表现为由南向北下超的沉积特征,沉积范围逐渐缩小。

(2)额济纳旗及其邻区石炭纪—二叠纪的沉积环境对优质烃源岩和储集层的发育具有控制作用。大面积的浅海陆棚相沉积有利于烃源岩的发育;正沉积旋回下部发育的砂(砾)岩和台地相微晶或亮晶灰岩、台地斜坡相生物碎屑灰岩、鲕粒灰岩都是良好的储集岩。

致谢:本文在编写过程中得到西安地质矿产研究所李玉宏教授级高级工程师的支持和帮助,成文后西北大学李文厚教授对文稿提出了宝贵的修改意见,在此表示由衷的感谢。

参考文献

- [1]卢进才,魏仙样,魏建设,等.内蒙古西部额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系油气地质条件初探[J].地质通报,2010,29(2/3):330-340.
- [2]徐志强.西北地区中小型盆地勘探进展及勘探方向[M].北京:石油工业出版社,1998.
- [3]赵政璋.油公司油气勘探之路——新区勘探项目管理探索[M].北京:石油工业出版社,1998.
- [4]高瑞祺,赵政璋.中国油气新区勘探[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [5]卫平生,张虎权,林卫东,等.银根—额济纳旗盆地油气勘探远景[J].天然气工业,2005,25(3):7-10.
- [6]夏林圻,夏祖春,徐学义,等.天山及邻区石炭纪—早二叠世裂谷火山岩岩石成因[J].西北地质,2008,41(4):1-68.
- [7]任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等.从全球看中国大地构造[M].北京:地质出版社,1999:11-17.
- [8]卢进才,陈践发,郭建军,等.古亚洲与特提斯交汇带盆地群油气资源潜力[J].西北地质,2006,39(3):39-46.
- [9]肖文交,韩春明,袁超,等.新疆北部石炭纪—二叠纪独特的构造—成矿作用:对古亚洲洋构造域南部大地构造演化的制约[J].岩石学报,2006,22(5):1062-1076.
- [10]姜亨,李玉宏,陈高潮,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区上石炭统一二叠统阿木山组火山岩的地球化学特征[J].地质通报,2011,30(6):932-942.
- [11]党彝,赵虹,林广春,等.内蒙古西部银根—额济纳旗盆地及邻区二叠纪火山岩的地球化学特征和构造环境[J].地质通报,2011,30(6):923-931.
- [12]卢进才,陈高潮,魏仙样,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系的储集条件——石炭系—二叠系油气地质条件研究之二[J].地质通报,2011,30(6):827-837.
- [13]金玉环,范影年,王向东,等.中国地层典——石炭系[M].北京:地质出版社,2000.
- [14]金玉环,范影年,王向东,等.中国地层典——二叠系[M].北京:地质出版社,2000.
- [15]卢进才,陈高潮,魏仙样,等.内蒙古西部额济纳旗及邻区石炭系—二叠系沉积建造与生烃条件——石炭系—二叠系油气地质条件研究之一[J].地质通报,2011,30(6):811-826.
- [16]赵省民,陈登超,邓坚.内蒙古西部银根—额济纳旗地区石炭系—二叠系碳酸盐岩沉积模式及其石油地质意义[J].地质通报,2010,29(2/3):351-359.
- [17]陈践发,卢进才,石正勇,等.内蒙古西部额济纳旗及其邻区石炭系—二叠系烃源岩的发育特征和生烃潜力评价[J].地质通报,2010,29(2/3):346-350.